(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0123541
(43) 공개일자 2023년08월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09D 1/00 (2020.01) *B01J 21/06* (2006.01)
B01J 35/00 (2006.01) *B05D 7/00* (2006.01)
C08K 3/015 (2018.01) *C08K 3/22* (2006.01)
C09D 5/14 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C09D 1/00 (2013.01)
B01J 21/063 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0019993
(22) 출원일자 2022년02월16일
심사청구일자 2022년02월16일

(71) 출원인
한림대학교 산학협력단
강원도 춘천시 한림대학길 1, 한림대학교(옥천동)
주식회사 나노이노텍
서울특별시 구로구 디지털로26길 123 ,411호(구로동)
(72) 발명자
김승도
서울특별시 서초구 서초중앙로 200, 21동 1006호 (서초동, 삼풍아파트)
페루마스아미 네크라 파라수라만
강원특별자치도 춘천시 한림대학길 1, 3층 301호 (옥천동, 한림대학교 중개의과학연구원)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인본

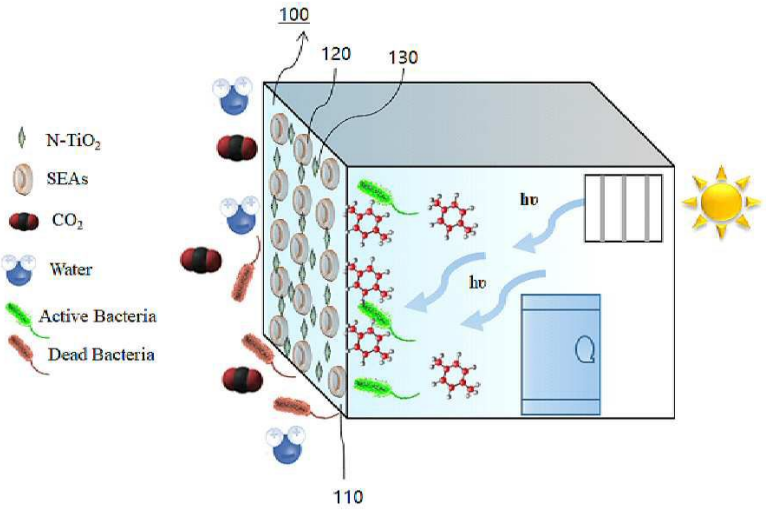
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **가시광선 활성 광촉매를 포함하는 광촉매 페인트 및 이의 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은 가시광선 활성 광촉매를 포함하는 광촉매 페인트 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 상기 광촉매 페인트는 페인트를 도포하여 형성되는 페인트층, 상기 페인트층의 적어도 일부에 코팅되어 형성되는 제1 코팅층, 및 상기 제1 코팅층의 적어도 일부에 코팅되어 형성되는 제2 코팅층을 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B01J 35/004 (2013.01)
B05D 7/56 (2013.01)
C08K 3/015 (2018.01)
C08K 3/22 (2013.01)
C09D 5/14 (2013.01)
C08K 2003/2241 (2013.01)
(72) 발명자
파라수라만 비자야 로히니
강원특별자치도 춘천시 한림대학길 1, 3층 301호
(옥천동, 한림대학교 중개의과학연구원)
세라즈 마샵
강원특별자치도 춘천시 한림대학길 1, 3층 301호
(옥천동, 한림대학교 중개의과학연구원)

명 세 서

청구범위

청구항 1

페인트를 도포하여 형성되는 페인트층;

상기 페인트층의 적어도 일부에 코팅되어 형성되는 제1 코팅층; 및

상기 제1 코팅층의 적어도 일부에 코팅되어 형성되는 제2 코팅층을 포함하는, 광촉매 페인트.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 코팅층은 무기 표면처리제(Surfae engineerins agents, SEAs)를 포함하는, 광촉매 페인트.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 무기 표면처리제는, 이산화규소(SiO_2), 산화칼슘(CaO), 산화마그네슘(MgO), 산화아연(ZnO), 탄산칼슘($CaCO_3$), 수산화칼슘($Ca(OH)_2$), 수산화 마그네슘($Mg(OH)_2$), 탄산칼륨(K_2CO_3), 탄산나트륨(Na_2CO_3) 및 탄산마그네슘(Mg_2CO_3)으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1 종 이상을 포함하는, 광촉매 페인트.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 무기 표면처리제는 0.5중량% 미만으로 포함되는, 광촉매 페인트.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제2 코팅층은 광촉매를 포함하는 것으로,

상기 광촉매는 이산화티타늄 나노입자(N-TiO_2)를 포함하는, 광촉매 페인트.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제2 코팅층은 상기 제1 코팅층과 동일한 계면에 코팅되는, 광촉매 페인트.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1 코팅층 및 제2 코팅층이 형성된 계면은 다공성 구조인, 광촉매 페인트.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제1 코팅층 및 상기 제2 코팅층 사이의 계면은 광전기 화학 다이오드로 작용하는, 광촉매 페인트

청구항 9

(a) 페인트를 도포하여 페인트층을 형성하는 단계;

(b) 상기 페인트층의 적어도 일부에 제1 코팅층을 형성하는 단계; 및

(c) 상기 제1 코팅층의 적어도 일부에 제2 코팅층을 형성하는 단계를 포함하는, 광촉매 페인트의 제조방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 (a) 단계는 페인트를 도포하고 경화하여 페인트층을 형성하는, 광촉매 페인트의 제조방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 (b) 단계는 무기 표면처리제(Surfae engineerins agents, SEAs)를 코팅하여 제1 코팅층을 형성하는 것으로,

상기 무기 표면 처리제는 이산화규소(SiO_2), 산화칼슘(CaO), 산화마그네슘(MgO), 산화아연(ZnO), 탄산칼슘($CaCO_3$), 수산화칼슘($Ca(OH)_2$), 수산화 마그네슘($Mg(OH)_2$), 탄산칼륨(K_2CO_3), 탄산나트륨(Na_2CO_3) 및 탄산마그네슘(Mg_2CO_3)으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1 종 이상을 포함하는, 광촉매 페인트의 제조방법.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 (c) 단계는 상기 광촉매를 코팅하여 제2 코팅층을 형성하는 것으로,

상기 광촉매는 이산화티타늄 나노입자(N-TiO_2)를 포함하는, 광촉매 페인트의 제조방법.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 제1 코팅층 및 제2 코팅층은 침지 코팅법, 스프레이 코팅법 및 스핀 코팅법 중 선택되는 어느 하나의 방법으로 형성되는, 광촉매 페인트의 제조방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 가시광선 활성 광촉매를 포함하는 광촉매 페인트 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 상세하게는 휘발성 유기화합물을 효과적으로 제거하고 항균 및 항바이러스 기능을 갖는 가시광선 활성 광촉매를 포함하는 광촉매 페인트 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 가정, 회사 등 일상생활을 하는 동안 수많은 세균이나 바이러스 등에 노출되어 있다. 또한, 휘발성 유기화합물로 인한 새집증후군은 지속해서 문제 제기되고 있다. 이에, 세균, 바이러스 및 휘발성 유기화합물과 같이 실내 대기오염물질을 제거하기 위하여 실내 벽에 광촉매를 페인트를 적용하는 사례가 있다. 상기 광촉매를 페인트 또는 니스 등에 혼합하여 사용하는 것으로, 도포물에 적용하기는 간편하나 광촉매의 촉매작용에 의하여 적용된 도포물의 특성이 경시적으로 저하되고, 분리 및 분쇄현상을 유발하며, 최초의 광촉매 특성이 감소하여 광촉매로서의 역할을 수행하지 못하기도 한다.

[0003] 한편, 상기 광촉매로 사용할 수 있는 것은 ZnO, CdS, WO_3, TiO_2 등이 있다. 먼저, ZnO는 트리클로로에틸렌, 테트라클로로에티렌의 분해에 탁월한 효과를 가지고 있으나 ZnO와 CdS는 자신이 빛을 흡수함으로써 촉매 자신이 빛에 분해되어 유해한 Zn, Cd 이온을 발생하는 단점을 갖고 있다. WO_3는 특정물질에 대해 광촉매 효율이 띄어나지만, 그 외에는 효율이 다소 떨어져 사용할 수 있는 영역이 매우 제한되어 있다. 이산화티타늄(TiO_2)은 모든 유기물을 산화시켜 이산화탄소와 물로 분해하면서 빛을 받아도 자신은 변화시키지 않아 반영구적으로 사용할 수 있으며, 다른 어느 광촉매보다 뛰어난 성능을 갖고 있어 광촉매 물질로서 널리 사용되고 있다.

[0004] 상기 이산화티타늄(TiO_2)은 자외선(UV)과 반응하여 하이드록실 라디칼(Hydroxyl Radical)과 같은 반응성이 탁월한 활성 산소 종(Reactive Oxidative Species, ROS)을 생산하여 휘발성 유기화합물과 같은 대기오염 물질을 산화 제거하고, 유기물질과 쉽게 산화 반응하여 미생물을 분해할 수 있다.

[0005] 그러나 자외선은 인체에 해로워 실내에서는 사용할 수 없으므로, 광촉매 이산화티타늄(TiO_2)을 실내의 대기오염물질 제거목적으로 적용하는 데는 한계가 있다. 또한, 상기 이산화티타늄을 포함하는 페인트의 경우 계절이 바뀜에 따라 광표백, 광부식 등에 의해 광촉매로서의 활성이 약해지고, 내구성이 떨어지는 문제점이 있다.

[0006] 이에, 본 발명에서는 상기와 같은 문제점을 개선하기 위하여, 가시광선 활성 광촉매를 포함하는 광촉매 페인트 및 이의 제조방법을 제공하고자 한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) US 9200163 B2

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 휘발성 유기화합물을 효과적으로 제거하고 항균 및 항바이러스 기능을 갖는 가시광선 활성 광촉매 페인트 및 이의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0009] 또한, 본 발명은 내구성이 향상된 광촉매 페인트 및 이의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0010] 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기의 목적을 달성하기 위하여 페인트를 도포하여 형성되는 페인트층, 상기 페인트층의 적어도 일부에 코팅되어 형성되는 제1 코팅층, 상기 제1 코팅층의 적어도 일부에 코팅되어 형성되는 제2 코팅층을 포함하는 광촉매 페인트를 제공한다.

[0012] 본 발명에 따르면, 상기 제1 코팅층은 무기 표면처리제(Surfae engineerins agents, SEAs)를 포함하는 것일 수 있다.

[0013] 본 발명에 따르면, 상기 무기 표면처리제는, 이산화규소(SiO_2), 산화칼슘(CaO), 산화마그네슘(MgO), 산화아연(ZnO), 탄산칼슘($CaCO_3$), 수산화칼슘($Ca(OH)_2$), 수산화 마그네슘($Mg(OH)_2$), 탄산칼륨(K_2CO_3), 탄산나트륨(Na_2CO_3) 및 탄산마그네슘(Mg_2CO_3) 중에서 선택되는 1 종 이상을 포함하는 것일 수 있다.

[0014] 본 발명에 따르면, 상기 무기 표면처리제는 상기 페인트 대비 0.5중량% 미만으로 포함되는 것일 수 있다.

[0015] 본 발명에 따르면, 상기 제2 코팅층은 광촉매를 포함하는 것으로, 상기 광촉매는 이산화티타늄 나노입자(N-TiO_2)를 포함하는 것일 수 있다.

[0016] 본 발명에 따르면, 상기 제2 코팅층은 상기 제1 코팅층과 동일한 계면에 코팅되는 것일 수 있다.

[0017] 본 발명에 따르면, 상기 제1 코팅층 및 제2 코팅층이 코팅 된 계면은 다공성 구조인 것일 수 있다.

[0018] 본 발명에 따르면, 상기 제1 코팅층 및 상기 제2 코팅층 사이의 계면은 광전기 화학 다이오드로 작용하는 것일 수 있다.

[0019] 본 발명의 또 다른 목적을 달성하기 위하여, (a) 페인트를 도포하여 페인트층을 형성하는 단계, (b) 상기 페인트층의 적어도 일부에 제1 코팅층을 형성하는 단계, (c) 상기 제1 코팅층의 적어도 일부에 제2 코팅층을 형성하는 단계를 포함하는, 광촉매 페인트의 제조방법을 제공한다.

[0020] 본 발명에 따르면, 상기 (a) 단계는 페인트를 도포하고 경화하여 페인트층을 형성하는 것일 수 있다.

[0021] 본 발명에 따르면, 상기 (b) 단계는 무기 표면처리제(Surfae engineerins agents, SEAs)를 코팅하여 제1 코팅층을 형성하는 것으로, 상기 무기 표면 처리제는 이산화규소(SiO_2), 산화칼슘(CaO), 산화마그네슘(MgO), 산화아연(ZnO), 탄산칼슘($CaCO_3$), 수산화칼슘($Ca(OH)_2$), 수산화 마그네슘($Mg(OH)_2$), 탄산칼륨(K_2CO_3), 탄산나트륨(Na_2CO_3) 및 탄산마그네슘(Mg_2CO_3) 중에서 선택되는 1 종이상을 포함하는 것일 수 있다.

[0022] 본 발명에 따르면, 상기 (c) 단계는 상기 광촉매를 코팅하여 제2 코팅층을 형성하는 것으로, 상기 광촉매는 이산화티타늄 나노입자(N-TiO_2)를 포함하는 것일 수 있다.

[0023] 본 발명에 따르면, 상기 제1 코팅층 및 제2 코팅층은 침지 코팅법, 스프레이 코팅법 및 스핀 코팅법 중 선택되는 하나의 방법으로 코팅하는 것일 수 있다.

발명의 효과

[0024] 본 발명은 휘발성 유기화합물을 효과적으로 제거하고 항균 및 항바이러스 기능을 갖는 가시광선 활성 광촉매 페인트 및 이의 제조방법을 제공하는 효과가 있다.

[0025] 또한, 본 발명은 내구성이 향상된 광촉매 페인트 및 이의 제조방법을 제공하는 효과가 있다.

[0026] 또한, 본 발명은 실내조명만(가시광선)을 활용하여 휘발성 유기화합물을 효과적으로 제거하고, 항균 및 항바이러스 기능을 향상되는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 본 발명의 광촉매 페인트 적용에 따른 코팅층 및 메커니즘 경로를 나타낸 개략도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 및 비교예에 따라 제1 코팅층이 형성된 광촉매 페인트 단면의 Scanning Electron Microscope(SEM) 이미지이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 제1 코팅층 및 제2 코팅층이 형성된 광촉매 페인트 단면의 Scanning Electron Microscope(SEM) 이미지이다.

도 4는 휘발성 유기화합물 중의 하나인 p-자일렌(Xylene) 분해 성능 평가를 위해 사용한 장치의 개략도이다.

도 5는 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 p-자일렌(500 ppb)제거를 위한 광촉매 페인트의 효과를 나타낸 그래프이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예 및 비교예에 따라 제조된 광촉매 페인트에 저강도(8W) 형광등 불빛을 조사하여 표면 처리제에 따른 p-자일렌(1000ppb)의 분해 성능을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 이하, 본 발명에 대하여 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 특허청구범위에 사용된 용어 또는 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다. 본 명세서에 기재된 실시예에 기재된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

[0029] 도 1은 본 발명의 광촉매 페인트 적용에 따른 코팅층 및 메커니즘 경로를 나타낸 개략도이다.

[0030] 도 1을 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따르면 광촉매 페인트(100)는 페인트를 도포하여 형성되는 페인트층(110), 상기 페인트층(110)의 적어도 일부에 코팅되어 형성되는 제1 코팅층(120), 상기 제1 코팅층(120)의 적어도 일부에 코팅되어 형성되는 제2 코팅층(130)을 포함한다.

[0031] 상기 제1 코팅층(120)은 무기 표면처리제를 포함하는 것으로, 상기 페인트층(110)의 적어도 일부에 무기 표면처리제(Surfae engineerins agents, SEAs)를 도포하여 코팅하는 것을 특징으로 한다.

[0032] 상기 무기 표면처리제는 점착력이 좋고, 강한 자외선을 흡수하는 것으로, 자외선으로부터 내구성이 향상되는 것을 특징으로 한다.

[0033] 상세하게는, 상기 무기 표면처리제는 이산화규소(SiO_2), 산화칼슘(CaO), 산화마그네슘(MgO), 산화아연(ZnO), 탄산칼슘($CaCO_3$), 수산화칼슘($Ca(OH)_2$), 수산화 마그네슘($Mg(OH)_2$), 탄산칼륨(K_2CO_3), 탄산나트륨(Na_2CO_3) 및 탄산마그네슘(Mg_2CO_3) 중에서 선택되는 1 종 이상을 포함할 수 있다.

[0034] 또한, 상기 무기 표면처리제는 페인트층(110)에 도포되는 페인트의 중량 대비 0.5중량% 미만으로 포함되며, 상세하게는 0.2중량% 미만, 더욱 상세하게는 0.1중량% 미만으로 포함되는 것이 바람직하다.

[0035] 상기 제2 코팅층(130)은 상기 제1 코팅층(120)의 적어도 일부에 광촉매를 도포하여 코팅하는 것으로, 상기 광촉매는 이산화티타늄 나노입자(N-TiO_2)인 것을 특징으로 한다.

[0036] 상세하게는, 상기 이산화티타늄 나노입자는 이산화티타늄의 표면에 질소가 코팅되어 있는 형태로, 구형의 다공성 나노입자이며, 아나타제상 및 루테일상이 혼합되어 있는 형태이고, 녹색을 띄는 것을 특징으로 한다.

[0037] 이때, 상기 이산화티타늄 나노입자(N-TiO_2)의 평균 입경은 10 내지 20 nm이며, 상세하게는 13 내지 15 nm 인 것이 바람직하다.

[0038] 상기 광촉매는 가시광선 영역의 빛을 흡수하여 하이드록실 라디칼(Hydroxyl Radical)과 같은 반응성이 탁월한 활성 산소 종(Reactive Oxidative Species, ROS)을 생산하여 휘발성 유기화합물과 같은 대기오염 물질을 산화 제거할 수 있다.

[0039] 상세하게는, 상기 이산화티타늄 나노입자(N-TiO_2)는 가시광선 영역의 밴드갭을 갖는 것으로, 가시광선 조사에 의하여 활성화되는 것을 특징으로 한다. 더욱 상세하게는, 저강도 백색광(8W)에 의해 활성 산소 종(ROS)을 생성하기 위한 전자-정공 쌍(EHP)를 생성하게 된다. 이에 따라 건축물의 벽면이나 각종 자재에 떨어지는 실내공기오염물질(미세먼지, 병원균, 휘발성 유기화합물 등)을 막아주는 역할을 하게 된다.

[0040] 한편, 상기 제2 코팅층(130)은 상기 제1 코팅층(120)과 동일한 계면에 형성되는 것을 특징으로 한다. 상기 제2 코팅층(130)은 상기 제1 코팅층(120) 상에 코팅하여 형성하는 것이나, 상기 제2 코팅층(130)에 포함되어 있는 상기 이산화티타늄 나노입자의 평균 입경은 상기 무기 표면처리제의 평균 입경 대비 매우 작은 것으로, 코팅되어 있는 상기 무기 표면처리제의 사이에 상기 이산화티타늄 나노입자가 주입되게 한다.

[0041] 나아가, 상기 제1 코팅층(120) 및 상기 제2 코팅층(130)이 코팅 된 계면은 다공성 구조이며, 상기 제1 코팅층(120) 및 상기 제2 코팅층(130) 사이의 계면은 광전기 화학 다이오드로 작용하는 것을 특징으로 한다.

[0042] 즉, 상기 무기 표면처리제 및 상기 이산화티타늄 나노입자가 동일 계면상에 형성되고, 상기 계면이 다공성 구조로 형성되며, 상기 무기 표면처리제 및 상기 이산화티타늄 나노입자 사이의 계면이 광전기 화학 다이오드로 작용함에 따라 실내 오염물질의 화학적 제거 능력이 향상되게 된다.

[0043] 상기 광촉매 페인트(100)는 (a) 페인트를 도포하여 페인트층을 형성하는 단계, (b) 상기 페인트층의 적어도 일부에 제1 코팅층을 형성하는 단계, 및 (c) 상기 제1 코팅층의 적어도 일부에 제2 코팅층을 형성하는 단계를 통하여 제조하는 것을 특징으로 한다.

[0044] 상기 (a) 단계는 페인트를 도포하고 경화하여 페인트층을 형성하는 것으로, 상기 페인트층은 1 내지 1.37 mm의 두께인 것이 바람직하다. 또한, 상기 페인트층은 500 ℃에서 2시간 동안 경화하는 것이 바람직하다.

[0045] 상기 (b) 단계는 무기 표면처리제(Surfae engineerins agents, SEAs)를 코팅하여 제1 코팅층을 형성하는 것으로, 상기 페인트층에 도포되는 페인트의 중량 대비 0.5중량% 미만으로 포함되며, 상세하게는 0.2중량% 미만, 더욱 상세하게는 0.1중량% 미만으로 포함되는 것이 바람직하다. 또한, 50 ℃에서 경화하는 것이 바람직하다.

[0046] 또한, 상기 무기 표면 처리제는 이산화규소(SiO_2), 산화칼슘(CaO), 산화마그네슘(MgO), 산화아연(ZnO), 탄산칼슘($CaCO_3$), 수산화칼슘($Ca(OH)_2$), 수산화 마그네슘($Mg(OH)_2$), 탄산칼륨(K_2CO_3), 탄산나트륨(Na_2CO_3) 및 탄산마그네슘(Mg_2CO_3) 중에서 선택되는 1 종이상을 포함하는 것이 바람직하다.

[0047] 상기 (c) 단계는 상기 광촉매를 코팅하여 제2 코팅층을 형성하는 것으로, 상기 광촉매는 이산화티타늄 나노입자(N-TiO_2)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0048] 상세하게는, 상기 이산화티타늄 나노입자(N-TiO_2)를 포함하는 현탁액을 상기 제1 코팅층상에 도포하여 코팅하여는 것으로, 상기 이산화티타늄 나노입자(N-TiO_2)는 0.8 mg/cm^2으로 포함되는 것이 바람직하다.

[0049] 나아가, 상기 제1 코팅층 및 상기 제2 코팅층은 침지 코팅법, 스프레이 코팅법 및 스핀 코팅법 중 선택되는 어느 하나의 방법으로 형성되는 것이 바람직하다.

[0050] 이하 실시예 및 비교예를 상세히 설명하도록 한다. 단 하기 실시예, 실험예 및 비교예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명이 하기 실시예, 실험예 및 비교예에 의해 한정되는 것은 아니다.

[0051] **실시예 1. SiO_2 를 포함하는 제1 코팅층 형성**

[0052] 에멀젼 수성 흰색 인테리어 페인트는 노루 페인트 및 코팅에서 구입한 것으로, 상기 페인트는 농축(~33% solid weight) 되어 있으며, 페인트층을 형성하기 위하여 20% w/v로 증류수로 희석하여 사용하였다. 이때, 상기 페인트는 저강도 백색광(8W)이 조사되었을 때 실내오염제거 성능을 포함하고 있는 페인트를 사용하였다.

[0053] 이후 상기 희석한 페인트를 유리판(10*5 cm)에 평평한 브러시로 코팅한 후 500 ℃에서 2시간 동안 경화하였다. 이후 제1 코팅층을 형성하기 위하여 경화된 상기 페인트층 상에 SiO_2를 포함하는 무기 표면처리제를 코팅하고 50 ℃에서 경화를 진행하였다.

[0054] **실시예 2. MgO 를 포함하는 제1 코팅층 형성**

[0055] 무기 표면처리제를 MgO를 사용하는 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 형성하였다.

[0056] **실시예 3. CaO 를 포함하는 제1 코팅층 형성**

[0057] 무기 표면처리제를 CaO를 사용하는 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 형성하였다.

[0058] **실시예 4. 제2 코팅층을 포함하는 광촉매 페인트**

[0059] 상기 실시예 1 내지 실시예 3에 의해 형성된 제1 코팅층 상에 이산화티타늄 나노입자를 포함하는 현탁액을 0.8 mg/cm^{2}로 도포하여 제2 코팅층을 형성하였다.

[0060] 이때, 상기 실시예 1의 제1 코팅층 상에 제2 코팅층을 형성한 실시예를 실시예 4로 명명하고, 실시예 2의 제1 코팅층 상에 제2 코팅층을 형성한 실시예를 실시예 5명 명명하며, 실시예 3의 제1 코팅층 상에 제2 코팅층을 형성한 실시예를 실시예 6으로 명명하였다.

[0061] **실시예 7. 광촉매가 코팅되어 있는 광촉매 페인트**

[0062] 제1 코팅층을 형성하지 않는 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 제2 코팅층을 형성하였다.

[0063] **비교예 1. 무기 표면처리제 및 광촉매를 포함하는 않는 페인트**

[0064] 제1 코팅층 및 제2 코팅층을 형성하는 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 형성하였다. 즉, 제1 코팅층 및 제2 코팅층을 형성하지 않고 페인트층만 형성하였다.

[0065] **비교예 2. 광촉매가 혼합되어 있는 광촉매 페인트**

[0066] 실시예 1에서 사용한 페인트에 이산화 티타늄 광촉매를 혼합하여 광촉매 페인트를 제조하고, 이후 상기 혼합하여 제조한 광촉매 페인트를 유리판(10*5 cm)에 평평한 브러시로 코팅한 후, 500 ℃에서 2시간 동안 경화하였다.

[0067] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 및 비교예에 따라 제1 코팅층이 형성된 광촉매 페인트 단면의 Scanning Electron Microscope(SEM) 이미지로, 도 2(a)는 비교예 1에 대한 SEM 이미지이고, 도 2(b)는 실시예 1에 대한 SEM 이미지이며, 도 2(c)는 실시예 2에 대한 SEM 이미지이고 도 2(d)는 실시예 3에 대한 SEM 이미지이다.

[0068] 도 2(a)를 참고하면 유리기판 상에 코팅 된 페인트층을 확인할 수 있다. 상세하게는, 상기 페인트층의 표면이 매끄럽게 형성되어 있음을 확인할 수 있다.

[0069] 도 2(b) 내지 도 2(d)를 참고하면, 유기기판 상에 이중층이 형성되어 있음을 확인할 수 있다. 이는 상기 페인트층 상에 무기 표면처리제가 코팅되어 형성된 것으로, 이를 통하여 페인트층 상에 상기 무기 표면처리제가 고르게 코팅되어 상기 페인트층 과 잘 접착되어 있음을 확인할 수 있다.

[0070] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 제1 코팅층 및 제2 코팅층이 형성된 광촉매 페인트 단면의 Scanning Electron Microscope(SEM) 이미지로, 도 3(a) 및 도 3(b)는 실시예 4의 SEM 이미지이고, 도 3(c) 및 도 3(d)는 실시예 5의 SEM 이미지이며, 도 3(e) 및 도 3(f)는 실시예 6의 SEM 이미지이다.

[0071] 도 3(a), 도 3(c) 및 도 3(e)를 참고하면, 저 배율의 SEM 이미지로 제1 코팅층 상에 상기 제2 코팅층이 얇게 도포되어 있음을 확인할 수 있다. 또한, 도 3(b), 도 3(d) 및 도 3(f)를 참고하면, 상기 이산화티타늄 나노입자와 상기 무기 표면처리제가 혼합되어 도포되어 있음을 확인할 수 있다. 이는, 상기 이산화티타늄 나노입자의 평균 입경은 14 nm로, 무기 표면처리제의 크기에 비하여 매우 작은 크기이므로, 상기 무기 표면처리제 입자들 사이에 상기 이산화티타늄 나노입자가 분포되어 있기 때문으로 확인된다.

[0072] 즉, 이산화티타늄 나노입자는 무기 표면처리제 상에 코팅되나, 상기 이산화티타늄 나노입자 및 무기 표면처리제는 동일한 계면상에 형성되어 있음을 확인할 수 있다.

[0073] 또한, 도 3을 참고하면, 상기 제2 코팅층이 형성된 계면은 다공성 층으로 구성되어 있음을 확인할 수 있다. 이는, 다공성의 이산화티타늄 나노입자가 도포됨에 따라 상기 계면 또한 다공성 층으로 형성되었음을 확인할 수 있다.

[0074] **실험예 1. 휘발성 유기화합물 분해 성능 평가.**

[0075] 도 4는 휘발성 유기화합물 중의 하나인 p-자일렌(Xylene) 분해 성능 평가를 위해 사용한 장치의 개략도이다.

[0076] VOC p-자일렌 제거를 결정하기 위한 완전한 방법은 등록특허 10-1467836에 기술되어 있으며, 그 개시내용은 참

고로 여기에 포함된다. 휘발성 유기화합물 분해 성능을 평가하기 위하여 실시예 4 내지 실시예 6 및 비교예 1의 샘플을 테스트 챔버에 넣고 밀봉하였다.

[0077] 상기 샘플 챔버는 3채널 가스 혼합기와 연결되어 있으며 이를 통해 수증기를 포함하는 압축 공기인 p-자일렌을 미리 정해진 수준으로 챔버에 도입하였다.

[0078] 이때, 상기 샘플에 가시광선 영역에서의 분해를 확인하기 위하여 OSRAM에서 얻은 400~700 nm 파장 범위의 8W 형광등으로 가시광선을 조사하였으며, 휘발성 유기화합물의 초기 농도 및 최종 농도는 샘플 챔버에 연결된 GC-MS 분석기로 측정하였다. 이후, p-자일렌 농도의 감소율(%)을 측정하고 계산하였으며, 각 샘플은 사전 활성화 없이 진행되었다.

[0079] 도 5는 본 발명의 비교예에 따른 p-자일렌(500ppb)제거를 위한 광촉매 페인트의 효과를 나타낸 그래프이다.

[0080] 도 5는 실시예 7 및 비교예 2에 따라 형성된 광촉매 페인트의 시간에 따른 p-자일렌(500ppb) 제거율을 확인한 것으로, 페인트와 광촉매를 혼합하여 코팅한 비교예 2와 대비하여 실시예 7과 같이 페인트층 상에 광촉매를 코팅하여 광촉매 페인트를 형성하였을 때, p-자일렌 제거 효과가 더 뛰어난 것을 확인할 수 있었다.

[0081] 이는, 실시예 7과 같이 코팅될 경우, 다공성 나노입자인 이산화티타늄 나노입자가 페인트층 상에 도포됨에 따라 가시광선이 상기 이산화티타늄 나노입자와 직접적으로 접촉하여 p-자일렌 분해 성능이 향상되게 된다.

[0082] 반면, 비교예 2와 같이, 이산화티타늄 나노입자 및 페인트를 혼합하여 코팅 할 경우 페인트가 가시광선과 이산화티타늄 나노입자의 접촉을 차단하여, 상기 이산화티타늄 나노입자가 광촉매로서의 기능이 상실되어 p-자일렌 분해 성능이 저하된다.

[0083] 도 6은 본 발명의 일 실시예 및 비교예에 따라 제조된 광촉매 페인트에 저강도(8W) 형광등을 조사하여 표면 처리제에 따른 p-자일렌(1000ppb)의 분해 성능을 나타낸 그래프이다.

[0084] 도 6을 참고하면, 앞서 설명한 바와 같이, 이산화티타늄 나노입자와 페인트층을 혼합하여 코팅을 진행한 경우, 조사된 광과 상기 이산화티타늄 나노 입자가 접촉하지 못하여 p-자일렌이 분해성능이 현저히 저하되는 것을 확인할 수 있다.

[0085] 또한, 상기 페인트 상에 광촉매를 코팅할 경우, 상기 조사된 광이 상기 이산화티타늄 나노입자와 접촉하여 p-자일렌 분해 성능이 향상되는 것을 확인할 수 있다.

[0086] 또한, 무기 표면처리제로서 SiO_2, CaO 및 MgO를 포함하는 실시예 1 내지 실시예 3의 광촉매 페인트 또한 조사된 광에 의해 p-자일렌 분해 성능이 향상되는 것을 확인할 수 있다.

[0087] 상세하게는, SiO_2, CaO 및 MgO를 비교하였을 경우 MgO를 사용하였을 때보다 CaO 및 SiO_2를 포함한 광촉매 페인트가 p-자일렌 제거성능이 가장 우수한 것을 확인할 수 있다.

[0088] 먼저, CaO를 포함하는 광촉매 페인트의 경우, 상기 CaO(산화칼슘)가 물에 용해되어 수산화칼슘을 형성하고 상기 수산화칼슘이 페인트의 표면에 강한 결합을 형성하게 된다. 또한, 상기 이산화티타늄 나노입자는 수소 또는 수산기를 통해 계면에 다공성층(Interfacial porous layers, IPL)을 형성하는 것으로, 8W의 형광등을 조사하여도 상기 이산화티타늄 나노입자의 표면에서 전자-정공쌍을 생성하게 된다.

[0089] 즉, 상기 계면의 다공성층은 더 많은 양의 p-자일렌을 흡착함과 동시에 상기 이산화티타늄 나노입자에 의해 p-자일렌의 분해가 이루어져 p-자일렌 제거성능이 향상되게 된다.

[0090] 또한, SiO_2를 포함하는 광촉매 페인트의 경우 규소와 티타늄(Ti-O-Si)이 안정적인 화학적 결합을 이루고, 계면에 다공성 층이 형성됨에 따라 밴드갭이 축소되게 된다. 이와 같이 밴드갭이 축소됨에 따라 흡수하는 광의 양이 많아지고 p-자일렌의 흡착량이 증가하게 된다.

[0091] 또한, 상기 이산화티타늄 나노입자와 결합된 SiO_2(이산화규소)는 휘발성 유기화합물을 흡수하기 위한 많은 산점을 제공하는 것으로, 이로 인해 p-자일렌의 분해효율이 향상되며, 상기 이산화티타늄 나노입자 및 SiO_2(이산화규소) 사이의 계면은 광전기화학 다이오드로 작용하게 되어 두 산화물 사이의 전자 또는 정공 에너지 수준의 차이에 의해 전하 분리를 향상시켜 반응속도를 증가시키게 된다.

[0092] 한편, 상기 MgO를 포함하는 광촉매 페인트의 경우, p-자일렌을 제거하기는 하나 다른 무기 표면처리제에 비하여 제거성능이 떨어지는 것을 확인할 수 있다. 상기 MgO는 260 내지 330 nm 부근의 단-중 자외선 파장영역을 중심

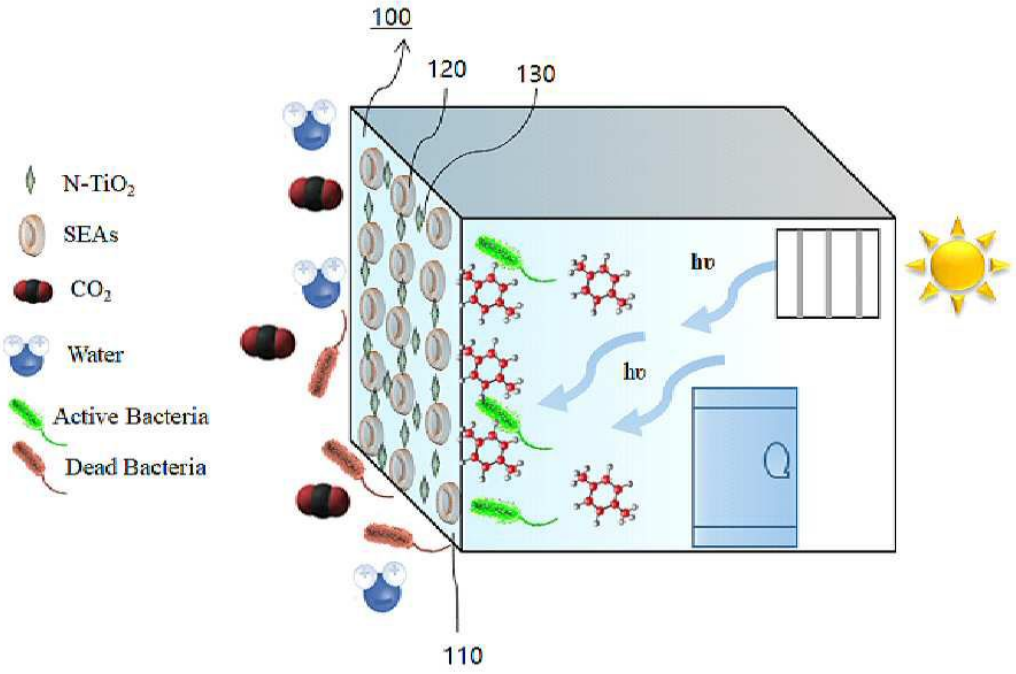
으로 고에너지 입사광자와 함께 흡수하는 특성을 가지고 있는 것으로, 상기 MgO는 가시광선영역에 활성이 제한되고 UV 파장영역에서 활성이 향상되게 된다. 이에 따라, 상기 MgO를 포함하는 광촉매 페인트는 이산화티타늄 나노입자의 활성을 방해하고 이에 따라 p-자일렌의 제거성능이 감소하게 된다.

[0093] 본 발명은 무기 표면처리제를 포함하는 제1코팅층 및 이산화티타늄 나노입자를 포함하는 제2코팅층을 포함하는 광촉매 페인트에 관한 것으로, 상기 무기 표면처리제에 의해 접착력 및 내구성이 향상되고, 이산화티타늄 나노입자 및 무기 표면처리제의 결합에 의하여 밴드갭이 좁아지고, 가시광선에 대한 선택적 활성을 갖게 됨에 따라, 실내조명 만으로 실내공기오염물질, 예컨대 휘발성 유기화합물을 제거하는 효과가 있다.

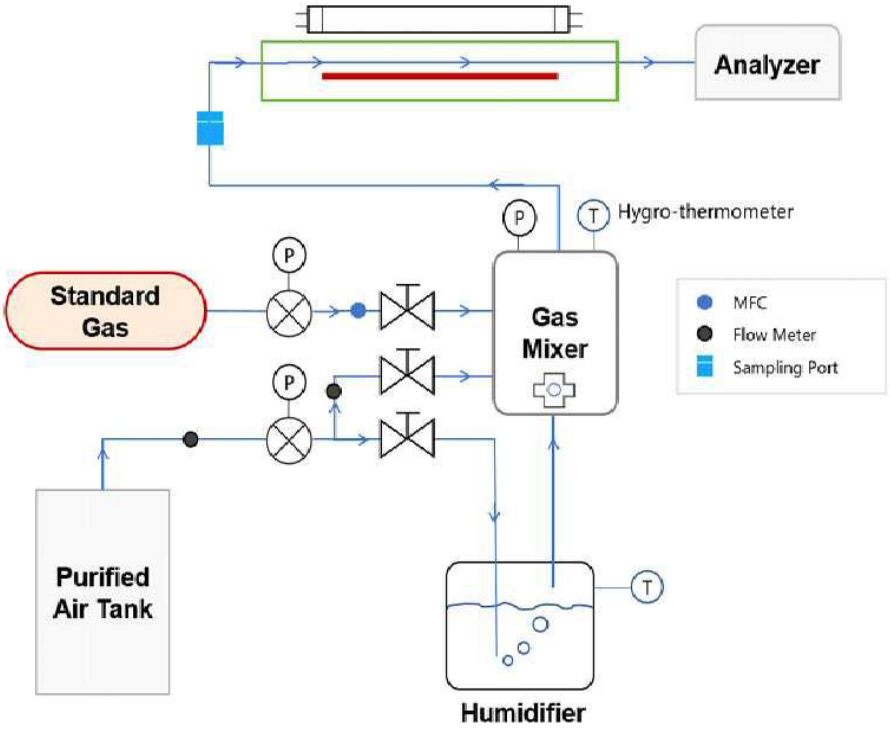
[0094] 이상과 같이, 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 이것에 의해 한정되지 않으며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술 사상과 첨부되는 청구범위의 균등 범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능함은 물론이다.

도면

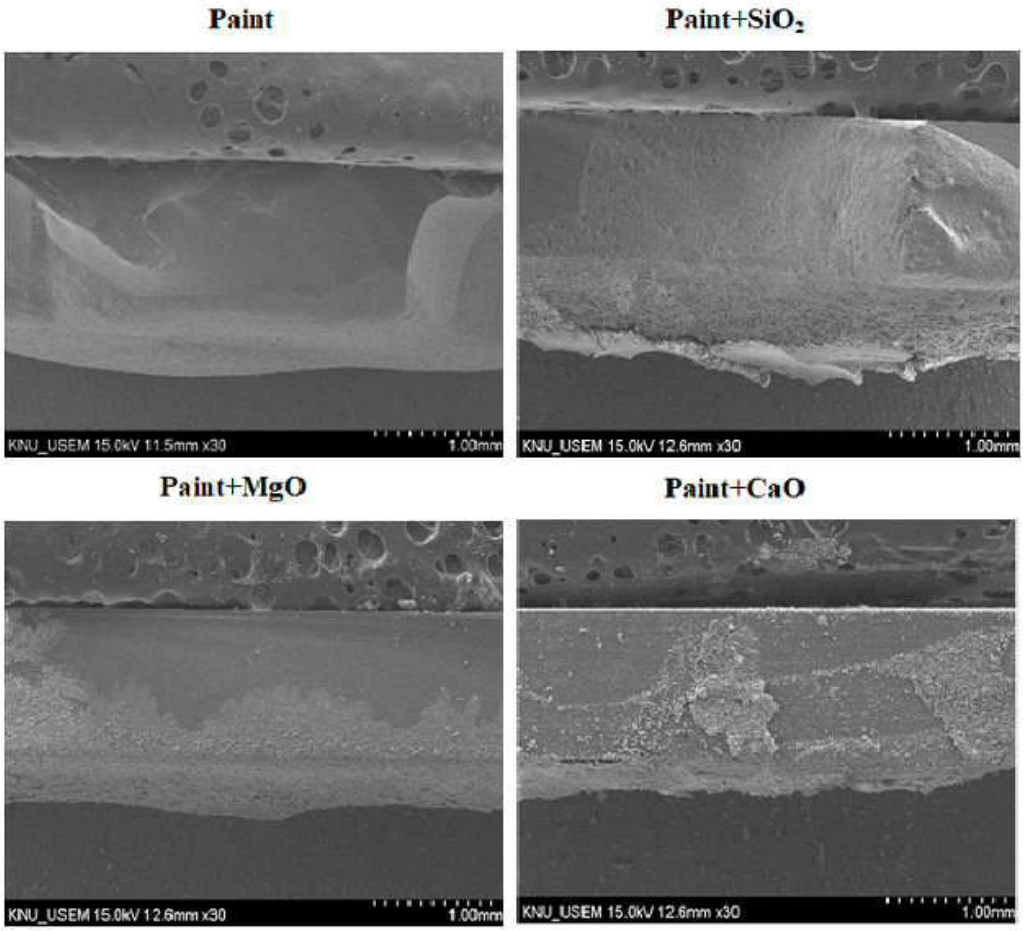
도면1



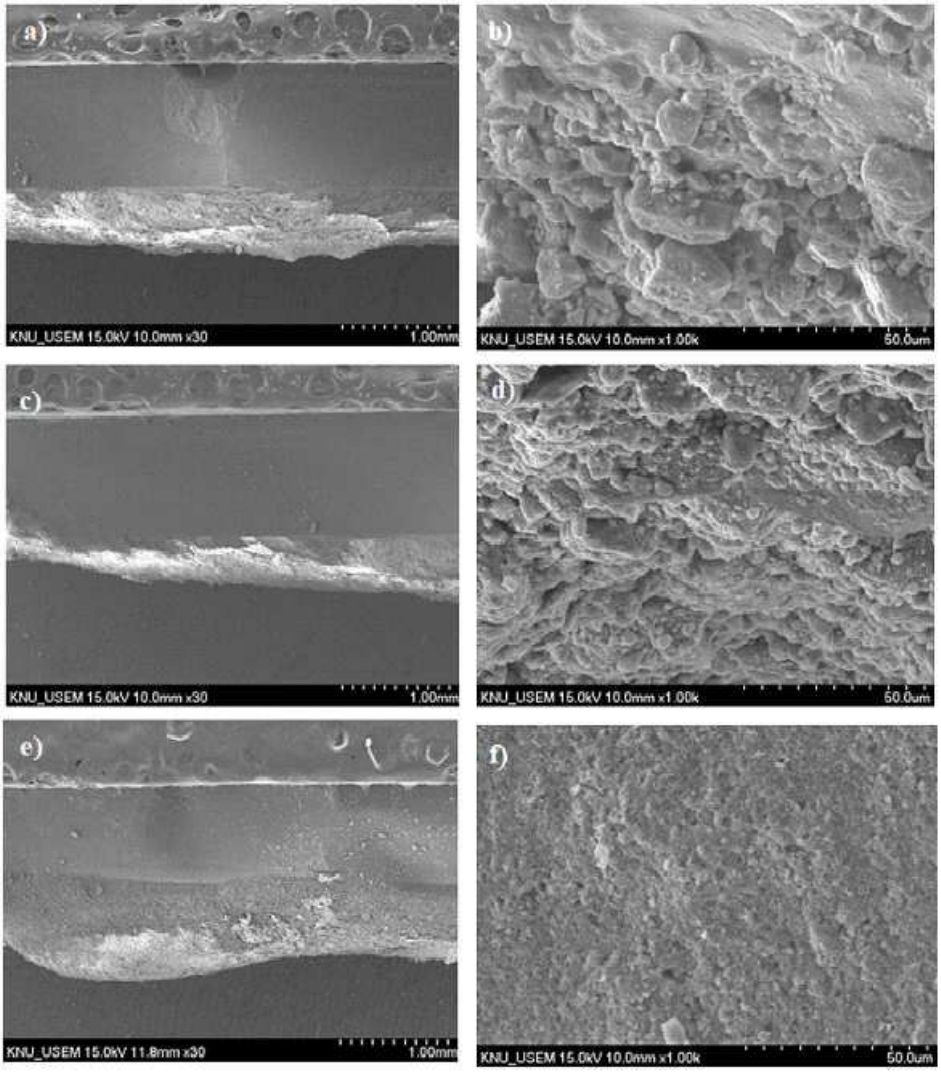
도면2


Analyzer
Hygro-thermometer
P
T
Standard Gas
Gas Mixer
MFC
Flow Meter
Sampling Port
Purified Air Tank
Humidifier

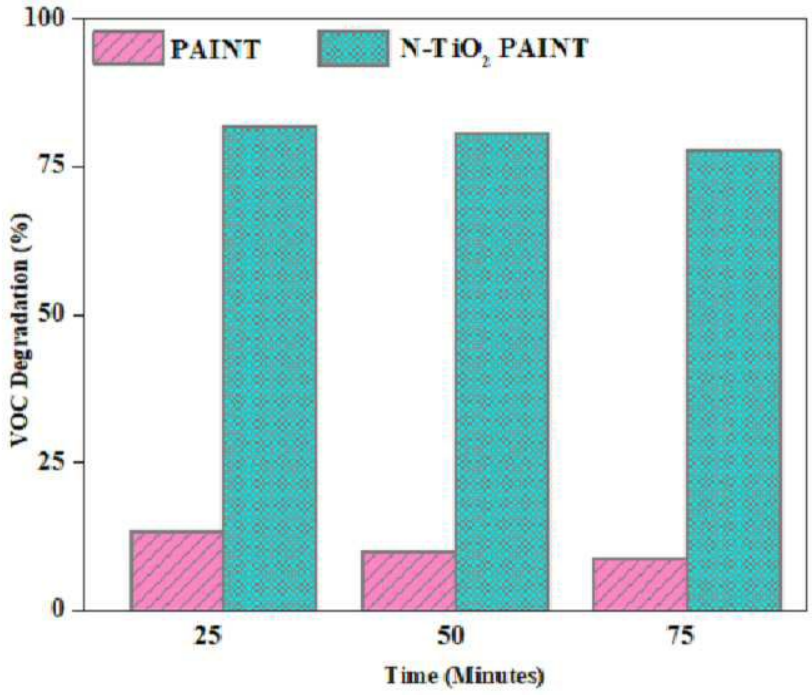
도면3


Paint
Paint+SiO2
Paint+MgO
Paint+CaO
KNU_USEM 15.0kV 11.5mm x30
KNU_USEM 15.0kV 12.6mm x30
1.00mm

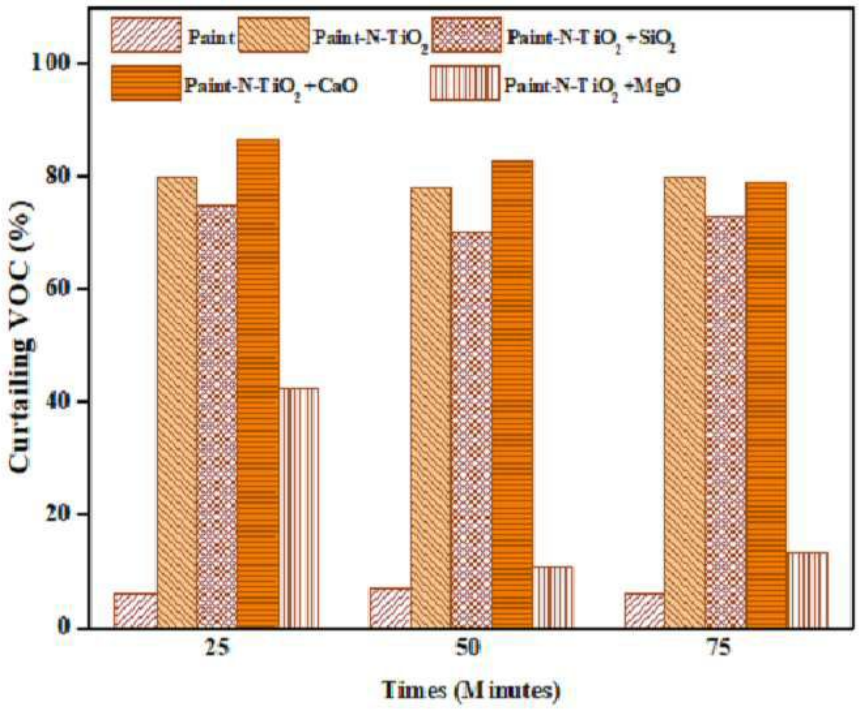
도면4


a)
KNU_USEM 15.0kV 10.0mm x30 1.00mm
b)
KNU_USEM 15.0kV 10.0mm x1.00k 50.0um
c)
KNU_USEM 15.0kV 10.0mm x30 1.00mm
d)
KNU_USEM 15.0kV 10.0mm x1.00k 50.0um
e)
KNU_USEM 15.0kV 11.8mm x30 1.00mm
f)
KNU_USEM 15.0kV 10.0mm x1.00k 50.0um

도면5


PAINT
N-TiO2 PAINT
VOC Degradation (%)
100
75
50
25
0
25
50
75
Time (Minutes)

도면6


Paint
Paint-N-TiO2
Paint-N-TiO2+SiO2
Paint-N-TiO2+CaO
Paint-N-TiO2+MgO
Curtailing VOC (%)
100
80
60
40
20
0
25
50
75
Times (Minutes)